

# Nghiên cứu chế tạo vật liệu trao đổi Anion từ Polystyren phế thải ứng dụng để xử lý $\text{PO}_4^{3-}$ trong môi trường nước

Hoàng Anh Huy\*, Mai Văn Tiến

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Số 41A Phú Diễn, Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 12 tháng 12 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 02 năm 2017; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 03 năm 2017

**Tóm tắt:** Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu chế tạo vật liệu trao đổi anion từ polystyren phế thải và thử nghiệm khả năng xử lý  $\text{PO}_4^{3-}$  của vật liệu trong nước với mục đích nghiên cứu vật liệu xử lý nước có chi phí thấp, thân thiện với môi trường và tái sử dụng chất thải rắn. Quá trình tổng hợp nhựa trao đổi anion từ polystyren phế thải trải qua ba giai đoạn bao gồm phân loại và làm sạch, phản ứng clometyl hóa vòng thơm và phản ứng amin hóa để tạo nhựa trao đổi anion. Ảnh hưởng của các tác nhân phản ứng clometyl hóa, nhiệt độ, thời gian và hàm lượng etylen điamin tới hiệu suất phản ứng, khả năng trao đổi của nhựa đã được nghiên cứu đánh giá khảo sát. Độ bền kéo, độ bền nén của nhựa được xác định bằng các phương pháp tiêu chuẩn. Độ bền kéo của nhựa đạt 28,90 (N/mm<sup>2</sup>), độ bền nén 54,40 (N/mm<sup>2</sup>), dung lượng trao đổi cực đại đối với ion  $\text{PO}_4^{3-}$  của nhựa đạt 10,50 mg $\text{PO}_4^{3-}$ /g.

**Từ khóa:** Trao đổi anion, polystyren, clometyl hóa, amination.

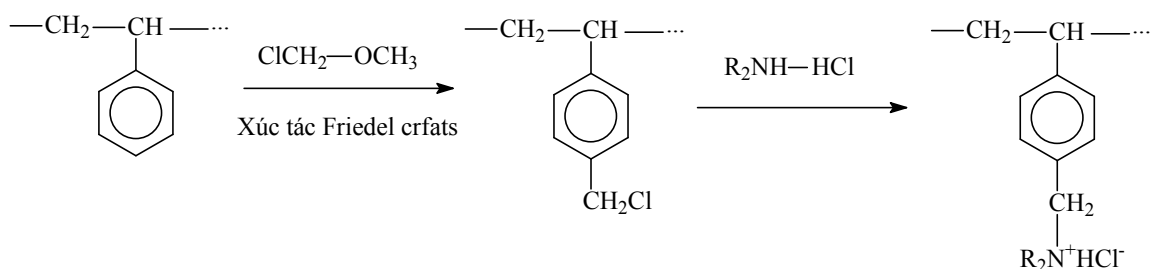
## 1. Đặt vấn đề

Polystyren (PS) là loại nhựa được tổng hợp từ nguyên liệu dầu mỏ, nhựa PS được ứng dụng để sản xuất các đồ gia dụng và các sản phẩm công nghiệp phục vụ hầu hết các lĩnh vực của đời sống xã hội. Các sản phẩm chế từ nhựa PS sau khi hết niên hạn sử dụng được thải bỏ và trở thành phế thải gây nguy hại cho môi trường do đặc tính hóa lý và độ bền của chúng trong tự nhiên. Hiện tại phế liệu PS chủ yếu được thải bỏ ra môi trường mà chưa có một hình thức hay biện pháp xử lý và tái sử dụng hợp lý với tổng lượng thải bỏ trên thế giới tăng đều mỗi năm ước tính khoảng trên 100.000 tấn/năm. Phế thải từ các sản phẩm PS này nếu đem chôn lấp sẽ

tồn diện tích đất, đồng thời còn gây ô nhiễm cho các thành phần môi trường đất và nước. Nếu dùng phương pháp đốt chi phí sẽ cao và gây ô nhiễm môi trường do sinh ra khói bụi, các khí độc trong đó có thể có dioxin, gây hại cho sức khỏe con người, môi trường và tiềm ẩn nguy cơ làm suy giảm tầng ozon. Dùng phương pháp tái sinh nhựa phế liệu thường không thu được sản phẩm chất lượng cao do PS dễ phân hủy nhiệt và giá thành sản phẩm tạo ra lại cao hơn nhựa “nguyên sinh” nếu xét về góc độ năng lượng [1].

Hiện nay, ở nước ta nhu cầu về sử dụng nhựa trao đổi ion ứng dụng trong xử lý ô nhiễm nước thải và nước sinh hoạt là khá lớn và đang phải nhập khẩu hoàn toàn từ nước ngoài. Về bản chất nhựa trao đổi ion có thành phần chính là nhựa copolime stiren và divinylbenzen, được

\* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-932249680.  
Email: hahuy@hunre.edu.vn



Hình 1. Sơ đồ phản ứng tổng hợp nhựa trao đổi anion.

tổng hợp thông qua việc biến tính thể vòng thơm trên mạch đại phân tử để tạo ra các nhóm chức hoạt động có khả năng trao đổi ion theo sơ đồ phản ứng hình 1 [2-4]. Với cơ sở khoa học và tính cấp thiết này, việc nghiên cứu chế tạo nhựa trao đổi anion từ nguồn nguyên liệu phế thải PS có tính khoa học và ứng dụng cao.

## 2. Thực nghiệm

### 2.1. Nguyên liệu, hóa chất

- Xốp PS phế liệu;
- Nhôm clorua hexahydrat,  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 99,9% (Merck-Đức);
- Thiếc clorua dehydrat, công thức  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 99,8% (Merck-Đức);
- Clorometyl ete,  $\text{ClCH}_2-\text{OCH}_3$ , 99,9%,  $d = 1,06 \text{ g/ml}$  (Merck-Đức);
- Etylen điamin,  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ , 99,8%,  $0,9 \text{ g/cm}^3$  (Sigma- Aldrich);
- Etanol,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (Việt Nam);
- Xylene,  $(\text{CH}_3)_2\text{C}_6\text{H}_4$ , 99,9% (Merck-Đức);
- Dung dịch chuẩn gốc  $\text{PO}_4^{3-}$  (Merck- Đức).

### 2.2. Phương pháp tổng hợp nhựa trao đổi ion từ PS phế liệu

#### a) Tách phân loại và làm sạch PS

Xốp PS phế thải sau khi thu gom được phân loại, tách và loại bỏ các chất bẩn và các thành phần nhựa phế liệu khác, rửa sạch, làm khô, đưa vào máy băm nhỏ tới kích thước hạt cỡ 1mm. Sau đó hòa tan hoàn toàn vật liệu bằng dung môi xăng thơm hoặc xylene, kết tủa lại hạt

nhựa PS và lọc rửa lại bằng etanol, lặp lại quá trình này 2 tới 3 lần để loại bỏ hết tạp chất và phụ gia, ta thu được PS sạch rồi đem đi sấy ở nhiệt độ ở  $80^\circ\text{C}$  trong thời gian từ 2 ÷ 3 giờ.

#### b) Tổng hợp nhựa trao đổi anion từ PS phế thải

Nhựa trao đổi anion tổng hợp từ PS phế thải trải qua 2 giai đoạn

##### Giai đoạn 1: Phản ứng clometyl hóa

+ Nhựa PS phế thải sau khi làm sạch được hòa tan hoàn toàn bằng dung môi xylene với các nồng độ khác nhau từ 2÷10% theo khối lượng. Tiến hành phản ứng clometyl hóa tại dải nhiệt độ từ  $120\div 160^\circ\text{C}$  trong bình cầu 3 cổ nhám có sinh hàn hồi lưu và lắp nhiệt kế, với thời gian phản ứng từ 6 ÷ 8 giờ. Clorometyl ete được sử dụng làm tác nhân phản ứng theo tỷ lệ đã tính toán, phản ứng sử dụng các muối  $\text{SnCl}_2$  và  $\text{AlCl}_3$  làm chất xúc tác Kết thúc phản ứng nhựa PS clometyl hóa được kết tủa làm sạch bằng etanol để loại bỏ chất xúc tác và các tác nhân chưa phản ứng, tiến hành sấy sản phẩm đến khối lượng không đổi trước khi thực hiện phản ứng amin hóa để tạo nhựa trao đổi anion [3-5].

##### Giai đoạn 2: Phản ứng amin hóa

Sản phẩm PS clometyl hóa ở giai đoạn 1 được hòa tan trong dung môi xylene với các nồng độ từ 5 ÷ 10% tính theo khối lượng, sau đó đưa vào bình phản ứng thực hiện phản ứng amin hóa để tạo nhựa trao đổi anion. Ở giai đoạn này, phản ứng được thực hiện với tỷ lệ hàm lượng etylen điamin khác nhau, tại nhiệt độ  $120^\circ\text{C}$ , thời gian cho quá trình này diễn ra trong 3 giờ. Nhựa trao đổi anion tạo thành được kết tủa lại bằng etanol sau đó được sấy khô tại

nhệt độ 80°C đến khối lượng không đổi, để nguội tới nhiệt độ phòng rồi đem nghiền tạo thành hững hạt nhựa có đường kính khoảng 1mm. Sản phẩm sau quá trình này sẽ được khảo sát thử nghiệm để đánh giá khả năng trao đổi anion.

### 2.3. Phương pháp thử nghiệm trao đổi anion $PO_4^{3-}$ của nhựa trong phòng thí nghiệm

Khảo sát hiệu suất trao đổi anion  $PO_4^{3-}$  của nhựa:

Cân  $2,0 \pm 0,1$ (g) nhựa đã tổng hợp theo mục 2.2, chuyển lượng nhựa vào cốc thủy tinh có mỏ 500ml, song song quá trình này chuẩn bị các dung dịch chuẩn  $PO_4^{3-}$  có nồng độ xác định. Lấy chính xác 100ml dung dịch chuẩn  $PO_4^{3-}$  cho vào cốc đựng nhựa và đưa vào hệ thống máy khuấy để thực hiện quá trình trao đổi ion  $PO_4^{3-}$  của nhựa. Kết thúc quá trình thực hiện trao đổi, tiến hành lọc loại bỏ nhựa thu dịch lọc và xác định lại hàm lượng anion  $PO_4^{3-}$  còn lại trong dịch lọc.

Đối với quá trình khảo sát thời gian cân bằng trao đổi: Chuẩn bị 6 cốc 500ml có mỏ chứa 100ml các dung dịch anion  $PO_4^{3-}$  có cùng nồng độ là 0,1mg/l, tiến hành khuấy trao đổi với các khoảng thời gian khác nhau.

Khảo sát xác định dung lượng trao đổi cực đại: Chuẩn bị 5 cốc 500ml có mỏ chứa 100ml dung dịch anion  $PO_4^{3-}$  có nồng độ từ thấp đến cao, sau đó thực hiện trao đổi với nhựa, tốc độ khuấy và thời gian trao đổi được duy trì ổn định không đổi.

### 2.4. Các phương pháp phân tích tính, đặc trưng cấu trúc, tính cơ, lý, hóa của vật liệu nhựa trao đổi ion từ PS phế thải

+ Phương pháp xác định độ bền kéo đứt của vật liệu theo tiêu chuẩn ISO 527 - 2 (1993), được đo trên thiết bị đo độ bền cơ đa năng HOUNSFIELD 10 KN (Anh) tại Viện hóa học Công nghiệp.

+ Phương pháp xác định độ bền nén theo tiêu chuẩn ISO 604 - 1993, được đo trên thiết bị đo độ bền cơ đa năng HOUNSFIELD 10 KN (Anh) tại Viện hóa học Công nghiệp.

+ Phương pháp phân tích Phổ hồng ngoại IR: Phổ hồng ngoại (IR) được đo trên máy BRUKER- TENSOR (Đức) tại Viện Hóa học-Viện hàn lâm khoa học Việt Nam.

+ Phân tích xác định nồng độ  $PO_4^{3-}$  theo TCVN 6202: 2008, tại khoa Môi trường - trường ĐHTNMT HN

+ Xác định dung lượng trao đổi cực đại của nhựa đối với ion  $PO_4^{3-}$ : Dung lượng trao đổi cực đại của nhựa đối với ion  $PO_4^{3-}$  được thực hiện theo phương trình biểu diễn sự phụ thuộc của nồng độ ion  $PO_4^{3-}$  vào dung lượng trao của nhựa.

Phương trình tính toán dung lượng trao đổi cực đại:  $Q=Q_{max} \cdot b \times C_t / (1 + b \times C_t)$  (\*)

Trong đó: Q,  $Q_{max}$ : dung lượng trao đổi và dung lượng trao đổi cực đại,  $C_t$ : Nồng độ dung dịch tại thời điểm cân bằng.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Ảnh hưởng hàm lượng clorometyl ete tới hiệu suất phản ứng clometyl hóa

Phản ứng clometyl hóa nhựa PS được thực hiện như trình bày trong mục 2.2.b. Các điều kiện phản ứng được duy trì ổn định: Khối lượng PS khảo sát 20 gam, nhiệt độ phản ứng 140°C, thời gian phản ứng là 8 giờ, tốc độ khuấy 200 vòng/phút. Thể tích của clorometyl ete thay đổi lần lượt là 1, 3, 5, 7, 9 ml. Bảng 1 trình bày kết quả ảnh hưởng hàm lượng clorometyl ete đến hiệu suất của phản ứng clometyl nhựa PS. Hiệu suất phản ứng được tính bằng (khối lượng PS clometyl hóa thu được-20)/(khối lượng PS clometyl hóa theo lý thuyết - 20).

Bảng 1. Ảnh hưởng của hàm lượng clorometyl ete đến hiệu suất phản ứng

Hàm lượng clorometyl ete [ml]	Khối lượng PS clometyl hóa thu được [gam]	Khối lượng PS clometyl tính theo lý thuyết [gam]	Hiệu suất phản ứng [%]
1	20,42	20,44	95,06
3	21,24	21,31	94,03
5	21,99	22,19	90,85
7	22,27	23,07	73,94
9	22,67	23,94	67,66

Kết quả bảng 1 cho thấy, khi tăng hàm lượng clorometyl ete hiệu suất phản ứng clometyl hóa giảm, cụ thể hiệu suất của phản ứng giảm từ 95,06% xuống còn 67,66 %. Với khoảng thể tích clorometyl ete nhỏ hơn 5ml, hiệu suất phản ứng đạt giá trị cao trên 90% và ít có sự thay đổi. Khi tăng thể tích clorometyl ete lớn hơn 5ml hiệu suất phản ứng giảm đi rõ rệt. Giải thích sự thay đổi hiệu suất của phản ứng clometyl hóa là do trong các phân tử PS số lượng gốc vòng thơm phản ứng thể với clorometyl ete là không đổi. Khi thể tích clorometyl ete nhỏ lượng gốc clometyl hóa phản ứng với số lượng gốc vòng thơm của PS hầu như xảy ra hoàn toàn nên hiệu suất của phản ứng đạt giá trị cao. Trong khi hàm lượng lượng clorometyl ete cao lượng gốc clometyl hóa phản ứng dư là nguyên nhân làm giảm hiệu suất của phản ứng.

### 3.3. Ảnh hưởng nhiệt độ phản ứng tới hiệu suất phản ứng clometyl hóa

Các điều kiện thực hiện phản ứng được duy trì không đổi bao gồm: Thể tích clorometyl ete là 5,0 ml/20 g PS, thời gian phản ứng là 8 giờ, tốc độ khuấy 200 vòng/phút. Phản ứng clometyl hóa nhựa được thực hiện ở các nhiệt độ khác nhau lần lượt là 120°C, 130°C, 140°C, 150°C và 160°C. Hình 2 biểu diễn kết quả ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng clometyl hóa tới hiệu suất của sản phẩm PS clometyl hóa.

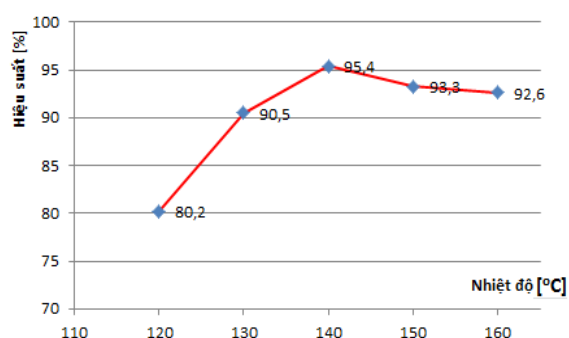
Từ kết quả này có thể nhận thấy, khi tăng nhiệt độ phản ứng tăng, hiệu suất của phản ứng clometyl hóa có sự thay đổi. Hiệu suất của phản ứng tăng từ 80,20 % lên 95,40 % nhanh trong

khoảng nhiệt độ từ 120°C lên 140°C.

Ở khoảng nhiệt độ phản ứng cao hơn từ 140°C lên 160°C hiệu suất phản ứng lại giảm nhẹ từ 95,40 % xuống còn 92,60 %. Nguyên nhân dẫn tới hiện tượng trên là do tại nhiệt độ phản ứng clometyl hóa cao, phản ứng sẽ xảy ra với tốc độ nhanh hơn làm tăng hiệu suất phản ứng. Tại nhiệt độ thực hiện phản ứng cao hơn 140°C có thể là nguyên nhân dẫn tới sự bắt đầu phân hủy các phân tử PS do đó làm giảm hiệu suất của phản ứng.

### 3.4. Ảnh hưởng hàm lượng etylene diamine tới dung lượng trao đổi của nhựa

Hàm lượng etylen diamin có ảnh hưởng trực tiếp và quyết định đến khả năng trao đổi anion của nhựa. Các thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng hàm lượng etylen diamin tới dung lượng trao đổi của nhựa được thực hiện như trình bày trong mục 2.2.b, kết quả thí nghiệm được thể hiện ở bảng 2.



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hiệu suất phản ứng clometyl hóa PS.

Bảng 2. Ảnh hưởng của hàm lượng etylen điamin tới dung lượng trao đổi của nhựa

Thể tích etylen điamin sử dụng cho phản ứng (ml)	Khả năng trao đổi $PO_4^{3-}$ (mg/g)
2	1,35
4	2,10
6	2,35
8	2,32
10	2,33

Kết quả thu được cho thấy khi tăng thể tích etylen điamin từ 2,0 ÷ 6,0 ml trên khối lượng 20g nhựa thì dung lượng trao đổi của nhựa đối với ion  $PO_4^{3-}$  tăng lên từ 1,35 lên 2,35 mg/g. Khi tăng hàm lượng của etylen điamin từ 6 ml lên 10ml dung lượng trao đổi của nhựa với ion  $PO_4^{3-}$  ít có sự thay đổi. Lý giải sự thay đổi dung lượng trao đổi với ion  $PO_4^{3-}$  của nhựa là do với hàm lượng etylen điamin thấp chưa đủ để phản ứng hết với các nhóm clometyl hóa trong nhựa, số nhóm chức tạo ra để trao đổi với ion  $PO_4^{3-}$  là ít do vậy mà dung lượng trao đổi thấp. Trong khi hàm lượng etylen điamin cao lại dẫn tới sự dư thừa so với nhóm clometyl hóa của nhựa, do vậy mà dung lượng trao đổi của nhựa với ion  $PO_4^{3-}$  ít có sự thay đổi.

3.5. Phân tích xác định một số tính chất của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải

3.5.1. Kết quả xác định độ bền kéo đứt và độ bền nén của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải

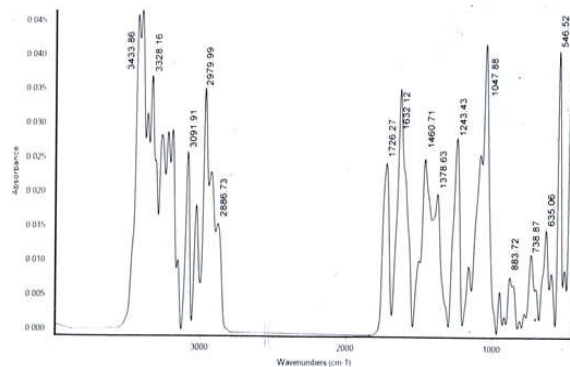
Để xác định độ bền kéo đứt và độ bền nén của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải, tiến hành gia công chế tạo các mẫu đo theo tiêu chuẩn như mô tả trong mục 2.4, tiến hành đo mẫu 5 lần sau đó tính kết quả trung bình.

Kết quả xác định độ bền kéo của nhựa trao đổi anion thu được như sau:

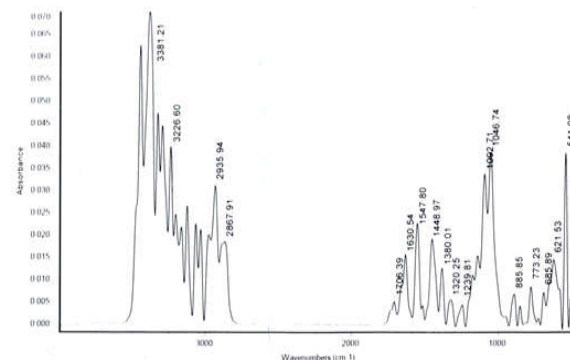
- + Độ bền kéo:  $\sigma_K = 29,80$  (N/mm<sup>2</sup>)
- + Độ bền nén:  $\sigma_n = 54,40$  (N/mm<sup>2</sup>)

3.5.2. Kết quả phân tích phổ hồng ngoại IR

Hình 3 và 4 trình bày kết quả phân tích phổ hồng ngoại của PS phế thải và của nhựa trao đổi anion được tạo ra từ PS phế thải.



Hình 3. Phổ IR của nhựa PS.



Hình 4. Phổ IR của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải.

Phổ hồng ngoại IR của nhựa PS trên hình 3 thể hiện các pic ở 2886,73  $cm^{-1}$ ; 2979,99  $cm^{-1}$ ; 3091,91  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho liên kết C– H trong mắt xích  $(-CH[C_6H_5] - CH_2)_n$ . Các pic ở 1726,27  $cm^{-1}$ ; 1632,12  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho liên kết C= C. Các pic ở 883,72  $cm^{-1}$ ; 738,87  $cm^{-1}$ ; 635,06  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho dao động của liên kết uốn C- H vòng thơm trong  $(-CH[C_6H_5] - CH_2)_n$ . Trên hình số 4 các pic tại 2867,91  $cm^{-1}$ ; 2935,94  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho liên kết C– H trong  $(-CH[C_6H_5] - CH_2)_n$ . Các pic ở 1706,39  $cm^{-1}$ ; 1630,54  $cm^{-1}$ ; 1547,80  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho liên kết C=C. Các pic ở 885,85  $cm^{-1}$ ; 773,23  $cm^{-1}$ ; 685,89  $cm^{-1}$ ; 621,53  $cm^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho dao động của liên kết uốn C–H vòng thơm và các pic đặc trưng này đều có

sự chuyển dịch đáng kể so với nhựa PS. Ngoài ra còn thể hiện các pic tại 3226,60  $\text{cm}^{-1}$ ; 3381,21  $\text{cm}^{-1}$  với chân pic rộng đặc trưng cho dao động của liên kết N–H trong ( $\text{R}_2\text{NH}^+\text{Cl}^-$ ), điều này minh chứng các phản ứng đã thật sự diễn ra.

### 3.6. Thử nghiệm khả năng trao đổi anion $\text{PO}_4^{3-}$ của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải

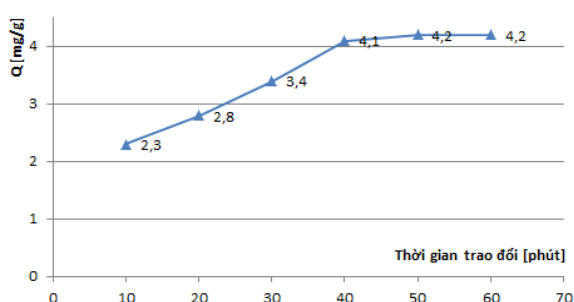
a) Ảnh hưởng của thời gian tới dung lượng trao đổi với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải

Để đánh giá khả năng trao đổi và xác định dung lượng trao đổi cực đại của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  các thí nghiệm đã được tiến hành như mô tả tại mục 2.3. Hình 5 thể hiện dung lượng trao đổi của nhựa với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  (nồng độ anion  $\text{PO}_4^{3-}$  chọn là 0,1mg/l) của nhựa theo thời gian.

Kết quả hình 5 cho thấy thời gian đạt cân bằng trao đổi của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  là khoảng 40 phút.

b) Xác định dung lượng trao đổi cực đại của nhựa trao đổi anion từ PS phế thải đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$

Dung lượng trao đổi cực đại của nhựa đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  được xác định theo phương pháp thực nghiệm và tính toán mô tả ở mục 2.4. Bảng 3 là kết quả các số liệu thực nghiệm và tính toán để xác định dung lượng trao đổi cực đại của nhựa



Hình 5. Ảnh hưởng của thời gian tới dung lượng trao đổi với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  của nhựa.

Bảng 3. Ảnh hưởng của nồng độ ion  $\text{PO}_4^{3-}$  đến dung lượng trao đổi của nhựa

Thời gian trao đổi (phút)	$C_o$ (mg/l)	$C_i$ (mg/l)	Q (mg/g)	$C_i/Q$
40	0,04	0,015	1,15	0,0130
40	0,05	0,021	1,45	0,0145
40	0,08	0,034	2,30	0,0148
40	0,16	0,075	4,25	0,0176
40	0,50	0,320	9,00	0,0356

Từ số liệu thực nghiệm thay vào phương trình (\*) mục 2.4, tính được dung lượng trao đổi cực đại đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  của nhựa là 10,50 mg/g.

## 4. Kết luận

Nghiên cứu đã tổng hợp được vật liệu trao đổi anion từ polystyren phế thải, kết quả thử nghiệm cho thấy vật liệu có khả năng xử lý đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  trong nước. Như vậy đây được xem là một hướng nghiên cứu vật liệu xử lý nước có chi phí thấp, thân thiện với môi trường và có khả năng tái sử dụng chất thải rắn, hạn chế tác động của phế thải PS tới môi trường.

Nhựa trao đổi anion chế tạo từ PS phế thải trải qua 2 giai đoạn: Phản ứng clometyl hóa được thực hiện tại 140°C, nồng độ PS từ 2÷10% tính theo khối lượng, thời gian thực hiện 8 giờ, hỗn hợp chất xúc tác là  $\text{AlCl}_3.6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{SnCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$ . Phản ứng amin hóa được tiến hành với etylen diamin tại nhiệt độ 120°, thời gian 3 giờ.

Cấu trúc của nhựa trao đổi anion từ PS thải được chứng minh bằng phổ hồng ngoại IR, độ bền kéo của nhựa đạt 29,80 (N/mm<sup>2</sup>); độ bền nén đạt 54,40 (N/mm<sup>2</sup>).

Thời gian đạt cân bằng trao đổi của nhựa vào khoảng 40 phút và dung lượng trao đổi cực đại đối với anion  $\text{PO}_4^{3-}$  là 10,50 mg/g.

### Tài liệu tham khảo

- [1] Lindsay Erin Anderson (2013) "Anion exchange resin technology for natural organic matter removal from surface water".
- [2] Stone G. (2004), "Graft polymeric membranes and ion-exchange membranes formed therefrom", US Patent 6,726,758.
- [3] Giffin D.Jones (2002), "Chloromethylation of Polystyrene". *Industrials & Engineering Chemistry*. Vol 44, no11, P.2686-2692.
- [4] Wang, J., et al (2015), Effect of pore structure on adsorption behavior of ibuprofen by magnetic anion exchange resins. *Microporous and Mesoporous Materials*, 210(0): p. 94-100.
- [5] Mahmoud fathy, T.A.M., Ahmed E. Awad Allah, M. M. Abdou , and Abdel-Hameed A-A Fl-Bellihi (2015), Kinetic Study of Ca(II) And Mg(II) on High Crosslinked PS-DVB Synthetic Resin from Chromium Solution. *International Journal of Modern Organic Chemistry*, 4(1): p. 40-45.

## Application of the Anion - Exchanged Materials from Polystyrene Wastes for $\text{PO}_4^{3-}$ Treatment in the Aquatic Environment

Hoang Anh Huy, Mai Van Tien

*University of Natural Resources and Environment - Hanoi,  
41A Phu Dien, Tu Liem, Hanoi, Vietnam*

**Abstract:** This paper presents the results of the study on creating anion-exchanged materials from polystyrene wastes. The synthesis of anion exchange resins from waste polystyrene underwent three stages, classifying and cleaning, chemical reactions aromatic chloromethyl amination reaction to form anion exchange resin. The study also investigates the effects of the chemical agents chloromethylation, temperature, time, and the concentration of ethylene diamine on the reaction efficiency and exchanging ability of the resin. The tensile and compression tensile strengths of the resin are determined by the standard methods. The tensile strength of the resin reaches at 28.90 ( $\text{N/mm}^2$ ), the compression tensile strength at 54.40 ( $\text{N/mm}^2$ ), and the maximum capacity for the exchange of ions  $\text{PO}_4^{3-}$  of the resin at 10.50  $\text{mgPO}_4^{3-}/\text{g}$ .

*Keywords:* Anion- exchanged, polystyrene, chloromethylation, amination.